AUS DEM HYGIENISCHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT ROSTOCK
DIREKTOR: PROFESSOR DR. VON WASIELEWSKI

POCKEN UND ROTLICHT

(KRITISCHES ZU DEN BISHER ERSCHIENENEN ARBEITEN NEBST EXPERIMENTELLEN BEITRÄGEN ÜBER ROTLICHTWIRKUNG AUF DAS VACCINEVIRUS.)

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
VORGELEGT DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT DER
UNIVERSITÄT ZU ROSTOCK

VON

GOTTHOLD HEY
AUS WISMAR

GEBR. HOFFMANN, BERLIN-CHARLOTTENBURG SCHILLERSTR. 44
1934

Referent: Professor Dr. Winkler

Korreferent: Professor Dr. v. Wasielewski.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Dem Förderer meines Studiums,

meinem Vater,

in Dankbarkeit

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552717_0158

INHALT

1. Behandlung der Pocken mit Rotlicht.
2. Wie wurde der Einfluß des Rotlichtes auf Pocken erklärt?
3. Rotlicht. Seine Eigenschaften und biologischen Wirkungen (nach den bisherigen Arbeiten)
   a) auf die Haut und Cornea,
   b) auf den Gesamtorganismus,
   c) auf den Stoffwechsel,
   d) auf die Mikroorganismen,
   e) auf die Kuhpockenlymphe.
4. Kritische Bemerkungen zu den bisherigen Arbeiten.
5. Eigene Versuche mit Rotlicht.
   a) Bestrahlung der Lymphe,
   b) Bestrahlung der beimpften Cornea.
6. Wie ist die Rotlichtwirkung auf Pocken zu erklären? Ist ein Einfluß des Rotlichtes möglich:
   a) auf das Vaccinevirus,
   b) auf den Gesamtorganismus,
   c) auf die Haut?

Schon das Mittelalter glaubte einen günstigen Einfluß des Rotlichtes auf die Pocken feststellen zu können. So berichtet Petersen, daß man schon damals Pockenkranke in rot ausgeschlagene Betten legte oder die Fenster mit roten Vorhängen verschloß oder rote Kugeln ins Bett legte. Das Gleiche beschreibt Oettinger aus dem 18. Jahrhundert aus Frankreich. Nach einem Aktenstück im Archiv in Lille aus dem Jahre 1509 wurde der neunjährige Karl V., als er an Blattern erkrankte, mit einem roten Nachthemde bekleidet, erhielt eine tiefrote Bettdecke und das Bett wurde mit rotem Stoff ausgeschlagen. Capitanovits-Alexandrien berichtet aus Rumänien, Lassabatie aus Tonkin von den Eingeborenen, Finsen 1899 aus Japan, China und Rußland von ähnlichem Vorgehen. Nachdem Picton 1832, Black 1867, Barlow und Waters 1871 günstige Resultate mit der Rotlichttherapie bei Pocken festgestellt hatten, empfahl Finsen 1899 nach eigenen Versuchen, Rotlicht ganz allgemein zur Pockenbehandlung.

In neuerer Zeit hat man dann aufgrund seiner Veröffentlichungen die Methode in größerem Ausmaß angewendet und ist dabei zu günstigen Ergebnissen gekommen.

Die ersten derartigen Versuche wurden in Bergen von Lindholm und Swendson vorgenommen. Acht Pockenkranke, darunter 4 nicht geimpfte Kinder, wurden mit rotem Licht behandelt. Man verlegte solche Patienten in Zimmer mit roten Glasfenstern oder verhängte nach der alten Methode die Fenster mit roten Tüchern, die so dicht waren, daß sie nur rotes Licht durchließen. Swendson schreibt über seine Resultate: „Das klinische Bild der nach dieser Methode behandelten Krankheit ergibt folgende Abweichungen: Die Periode der Suppuration — die gefährlichste und schmerzhafteste der Variola — bleibt aus, die Temperatur stieg nicht und es zeigte sich kein Oedem". Im gleichen Jahr

wiederholte Juhel-Rénoy diese Versuche an 12 Patienten. Er konnte die günstigen Ergebnisse seiner Vorgänger nicht bestätigen. Wahrscheinlich lag das daran, daß er die Richtlinien der Therapie nicht genau eingehalten hat. Dagegen konnte Feilberg über ausgezeichnete Erfolge mit der Finsen-Methode berichten. Desgleichen Strandgaard und Benckert. Feilberg behandelte 11 Patienten, unter denen sich 8 Schwerkranke befanden. In keinem Fall zeigte sich Suppurationsfieber. Die Vesikeln trockneten am 11. oder 12. Tage ein. Nach Ablauf der Krankheit war kein Substanzverlust der Haut nachzuweisen. Strandgaard hatte 4 Kranke in Behandlung, davon 1 Kind. Dieses kam erst spät unter Rotlichteinfluß. Trotzdem zeigte sich, daß der Verlauf bedeutend günstiger war, besonders die Narbenbildung trat sehr zurück gegenüber unbehandelten Fällen, wenn sie auch nicht ganz fehlte. Die anderen 3 Fälle kamen ad exitum: eine Frau wegen Puerperalfieber, ein Patient wegen Variola haemorrhagica vor der Suppurationsperiode, der 3. Kranke an Suppurationsfieber. Sonst aber verliefen die Fälle bedeutend günstiger. Die Patienten konnten mit unbedeutenden Narben oder ganz ohne Narben entlassen werden. Die Dauer der Krankheit war abgekürzt. Swendson ließ 2 Patienten in Tageslicht ausgehen, nachdem die Vesikeln im Gesicht völlig eingetrocknet waren; an der Dorsalfläche der Hände waren aber noch nicht eingetrocknete Vesikeln vorhanden. Diese suppurierten und hinterließen Narben, während sich im Gesicht keine Narben bildeten. Aehnliche Versuche machte Feilberg. Krohn berichtet von guten Erfolgen bei Pockenerkrankungen mit Rotlichtbehandlung, desgleichen Mygind nach einer privaten Mitteilung an Finsen, ferner Moore, Peronnet, Abel, Backmann. Nur Moir rät von dieser Art der Therapie ab, ohne aber selbst Versuche angestellt zu haben. Krebs weiß von einem Patienten zu berichten, daß der Krankheitsverlauf ein milderer war; die subjektiven Symptome sollen schon nach 1 Stunde nach Verlegung ins Rotlichtzimmer abgenommen haben. Lunddahl

behandelte 9 Fälle, die wenigstens zum Teil milder verliefen. Dreyer (1910) berichtet aus dem Krankenhaus für Infektionskrankheiten in Kairo über verschiedene Fälle. Der Pockensaal besaß früher in dem dortigen Krankenhaus Lichtöffnungen mit roten Abdichtungen. Da darunter die Lüftung litt, wurden sie entfernt und die Patienten mit übermangansaurem Kali an den erkrankten Hautstellen mehrmals täglich eingepinselt. Dadurch wurde die Eiterung herabgesetzt und die stinkende Zersetzung des Eiters ganz bedeutend vermindert, wenn auch die Schwere des spezifischen Infektionsvorganges in keiner Weise beeinflußt wurde. Es handelt sich bei dieser Methode gewissermaßen auch um eine Rotlichtbehandlung, da das übermangansaure Kali nur Rotstrahlen durchläßt, resp. durchlassen soll. Wie weit die desinfizierende Wirkung des übermangansauren Kalis für den günstigen Ablauf verantwortlich zu machen ist, läßt sich schwer sagen. Mit derselben Methode hatte Friedemann in Berlin bei der Pockenepidemie 1917 gute Erfolge. Kahn berichtet, daß es ihm gelungen sei, bei 2 Pockenepidemien die Narbenbildung unter Rotlicht bedeutend herabzusetzen. Durch diese Ergebnisse angeregt impfte Goldmann 40 Kinder in der Dunkelkammer unter Rotlicht und bedeckte dann bei einem Teil der Kinder die Impfstellen mit einer mit 10 % Eosin rot gefärbten Binde, die 3 Wochen liegen blieb. Bei diesen Kindern war der Ablauf der Erscheinungen ein durchaus milderer und die Narbenbildung nicht so ausgeprägt. Die Immunität war nach 2 Jahren noch erhalten. Die Pusteln waren kleiner, die regionären Lymphknoten nicht geschwollen, es zeigte sich kein Fieber oder nur geringe Temperaturerhöhung bis 37,2. Wurden die Binden im Stadium der deutlichen Eiterbildung abgenommen, so traten Temperaturen auf, Schwellung der regionären Lymphknoten, stärkere Eiterung. Wurden dagegen die Binden erst nach der Borkenbildung abgenommen, so traten diese Erscheinungen nicht auf. Bei Kindern die im Tageslicht geimpft und denen vor Eintritt der Eiterung eine Binde aufgelegt wurde, verliefen

die Erscheinungen eben so mild, wie bei den unter Rotlicht geimpften. Diese Versuche wiederholte v. Ries 1922. Er fand dabei, daß die erstgeimpften Erwachsenen mit und ohne Schutzverband ganz die gleichen Hauterscheinungen aufwiesen: große Impfpusteln, geschwollene Achseldrüsen und hohes Fieber. Nach einigen Monaten waren jedoch die Impfnarben der mit Schutzbinden behandelten Personen kaum sichtbar und trotzdem die Effloreszenzen groß gewesen waren, klein, zart und weiß; die Narben der ohne Schutzbinde behandelten Personen waren dagegen groß und rot.

Neuerdings versuchte Müller — das sei der Vollständigkeit halber erwähnt —, auch Erysipel mit Rotlicht zu behandeln und fand dabei, daß die Erkrankung in kürzerer Zeit zur Heilung kam. Reyn empfiehlt die Rotlichtbehandlung auch für gynäkologische Erkrankungen. Desgleichen Bardeleben. Veiel benutzt Rotlicht bei erhöhter Empfindlichkeit der Patienten gegen Sonnenlicht mit großem Erfolg. Auch auf Scharlach und Masern soll Rotlicht mildernd wirken. (Jesionek, Winternitz).

Für die Behandlung Pockenkranker empfiehlt Finsen (1899) eine Rotlichttherapie nach folgenden Grundsätzen:

1. Absoluter Abschluß der chemisch wirksamen Strahlen des Lichtes.

2. Die Behandlung darf auch nicht einen Augenblick unterbrochen werden.

3. Die Behandlung hat frühzeitig, d. h. vor Eintritt des Suppurationsstadiums zu erfolgen.

Soweit diese Forderungen durchgeführt sind, berichten alle Autoren von günstigen Erfolgen. Weniger wirksam sind andere Methoden, die im Grunde genommen den gleichen Effekt erzielen wollen, wie z .B. Bestreichen mit Jodtinktur, Höllensteinlösungen, Salben, Fettstoffen oder Masken.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß in über 100 Fällen gute Erfolge mit der Behandlung nach Finsen zu verzeichnen sind, soweit die Forderungen Finsens genau eingehalten wurden.

Wie wurde der Einfluß des Rotlichtes auf Pocken erklärt?

Eine Erklärung für diese Erfolge in der Therapie der Pocken suchten die einen darin, daß sie einen Einfluß des Rotlichtes auf das Vaccinevirus selbst annahmen, also einen spezifischen Einfluß des Rotlichtes in Betracht zogen. Andere Forscher glauben nur einen Einfluß auf den Ablauf der Erkrankung feststellen zu können, den sie sich dadurch erklären, daß das Rotlicht mildernd auf die pathologischen Hautveränderungen wirkt. 1909 suchten Friedberger und Yamamoto durch Experiment am Kaninchen den Nachweis zu erbringen, daß Rotlicht das Vaccinevirus abtötet. Sie verimpften Vaccine auf Kaninchen und bestrichen die geimpften Hautstellen mit Neutralrotsalbe. Auf diese Weise wollen sie festgestellt haben, daß die Vaccineerreger durch das Sonnenlicht, nachdem es die Schicht Neutralrotsalbe passiert hatte, also ein Rotlicht darstellte, abgetötet wurden. Daß diese Versuche nicht einwandfrei sind, ist ohne Schwierigkeit zu ersehen; denn es steht nicht fest, daß die Salbe an sich nicht schon eine Wirkung auf den Verlauf der Krankheit ausgeübt hat. Zum andern kann der Einfluß auch dadurch zustande kommen, daß das Rotlicht nicht auf die Vaccine selbst gewirkt hat, sondern auf den Ablauf der Entzündungsvorgänge in der Haut. 1916 versuchte dann Mayerhofer den experimentellen Beweis für Rotlichtwirkung auf Vaccine zu erbringen. Er filtrierte das Licht einer Quarzlampe durch eine gesättigte Kaliumbichromatlösung, gewann dadurch also ein Licht von 748—525 μμ. Damit bestrahlte er Pockenlymphe, die er dann auf Kinder verimpfte. Die Bestrahlungszeiten betrugen 50—60 Minuten bei einem Abstand von 1 m. Eine Angabe über die Lichtstärke fehlt. „Die Haftung bei Erstimpfungen war dann entweder vermindert oder verzögert. Die Verzögerung betrug meist 24 Stunden; einmal jedoch 6 Tage gegenüber den Kontrollen. Eine Bestrahlung von 90 Minuten schädigte die Lymphe bereits so stark, daß nur vorüber-

gehende Rötungen oder Knötchen ohne Pustelbildung erzielt wurden".

Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen stehen die Versuche von Finsen und Dreyer, (1903), die Vaccine mit Rotlicht bestrahlten und dabei feststellten, daß die Virulenz der Vaccine in 30 Minuten nicht vernichtet wurde. Hausmann berichtet sogar, daß Kuhpockenlymphe virulent blieb bei einer Bestrahlung, die andere Bakterien tötete. Thiele und Wolf halten aufgrund ihrer Versuche eine Wirkung der langwelligen Strahlenbezirke nur dann für möglich, wenn genügend Sauerstoff vorhanden ist.

Finsen glaubt nun aufgrund seiner Versuche (1900 (1)) feststellen zu können, daß nicht das Rotlicht an sich eine spezifische Wirkung hat, sondern daß es nur dadurch wirke, daß die anderen Strahlen, und zwar vor allem die chemischen Strahlen, ausgeschlossen werden, die auf die entzündete Haut eine Reizwirkung ausüben. Er spricht bei seiner Therapie von einer „negativen Phototherapie". Zur Unterstützung seiner Ansicht bestrahlte er gesunde Haut mit chemisch wirksamen Strahlen, besonders ultravioletten. Nach einiger Zeit stellten sich heftige Entzündungserscheinungen ein, die nur durch den Reiz des Lichtes hervorgerufen sein können. Dasselbe berichtet auch ein Schüler von Finsen, Bie (1900 (2)) der nicht nur die ultravioletten, sondern auch — doch nicht so stark — die blauen und violetten Strahlen dafür verantwortlich macht. Die roten Strahlen hält er für wirkungslos. Picton und Pirry kamen zu der Ansicht, daß diffuses Tageslicht auf den Verlauf der Pocken nachteilig wirkt. Sie führen an, daß die meisten und stärksten Pockennarben sich am Gesicht und den Händen vorfinden, also an Stellen, die dem Licht besonders preisgegeben sind.

Um diese widersprechensten Urteile und Versuchsergebnisse erklären zu können, muß man sich die Wirkung und Eigenschaften des Rotlichtes im allgemeinen vor Augen führen.

Rotlicht. Seine Eigenschaften und biologischen Wirkungen auf die Haut und Cornea.

Zunächst wäre einmal festzustellen, was wir unter Rotlicht zu verstehen haben. Reines Rotlicht setzt sich aus Strahlen zusammen, die eine Wellenlänge von etwa 750—650 μμ haben. Es handelt sich also um einen willkürlich aus der Reihe herausgegriffenen Wellenbereich, der unserer Netzhaut als rot imponiert. Wir müssen uns also von vornherein darüber klar sein, daß Rotlicht sich nicht grundsätzlich in seiner Wirkung von Licht, das dem Wellenbereich nach nahesteht, unterscheiden wird. Deshalb wäre es besser man spräche nicht von Rotlicht an sich, sondern von einem bestimmten Strahlenbereich, dessen Wirkungsoptimum an einer genau bezeichneten Stelle liegt. Das Rotlicht gehorcht wie alle Strahlen den optischen Gesetzen über Brechung, Absorption, Reflexion usw. Eine besondere Eigenschaft liegt darin, daß es eine größere Tiefenwirkung besitzt. Finsen (1899) steht auf dem Standpunkt, daß Rotlicht alle Körpergewebe, auch Knorpel und Knochen durchdringt und nur durch die blutgefüllten Gefäße zurückgehalten wird. Busck stellte fest, daß rote Strahlen eine Penetrationskraft von 22 haben, wenn man die violetten mit 1 bezeichnet, und nur durch die ultraroten Strahlen mit 28 übertroffen werden. Lenkai hält es für wahrscheinlich, daß die roten Strahlen in noch größerer Menge und noch tiefer in die Gewebe eindringen als die gelben, die 5—6 cm Tiefe erreichen. Pincussen spricht von einer direkten Tiefenwirkung selbst bei mäßiger Intensität, erwähnt aber auch, daß 42,1 % von der menschlichen Haut reflektiert werden. Die Durchgängigkeit für Rotlicht scheint überhaupt sehr verschieden zu sein. So fanden Stenström und Reinhard, daß Mäusehaut relativ wenig durchgängig für rot sei. Die Durchlässigkeit läßt sich jedoch durch Bestreichen mit Oel und Glycerin bedeutend erhöhen infolge Aufhellung der trüben Kutisschicht.

Irgendwelche makroskopischen Veränderungen der Haut durch Rotlicht konnten Finsen (1899) und Bie nicht fest-

stellen. Sie bestrahlten die Haut mit großen Intensitäten ohne die geringste Wirkung zu erkennen. Dasselbe schreiben Cramer und Fechner. Auch auf die Cornea des Kaninchens, wenn sie feucht gehalten wurde, konnte Rotlicht nicht schädigend wirken, selbst bei Bestrahlung von 3 Stunden Dauer (Vogt). Eine schädigende Wirkung auf Haut oder Cornea ist in der gesamten Literatur nirgends beschrieben. Da die Rotstrahlen erst in den tieferen Hautbezirken absorbiert werden, steigern sie dort die Temperatur des Gewebes, so daß die der tieferen Schichten gegenüber der der Haut stärker als gewöhnlich erhöht ist.

Das konzentrierte Licht dagegen vermag, wie Finsen und Bie (1900 (2)) feststellten, eine ausgesprochen schädigende Wirkung zu entfalten, wenn es in der entsprechenden Stärke angewandt wird. Neben den ultravioletten Strahlen sind es vor allem noch die blauen und violetten, wenn sie auch bei der gleichen Intensität der Bestrahlung nicht so stark schädigen. Die Wirkung des Lichtes kann noch erhöht werden durch Katalysatoren.

Rotlichtwirkung auf den Organismus.

Auf den gesamten Organismus wirkt Rotlicht nach Ludwig und Ries anregend. Sie zogen Tiere, die unter Rotlicht geboren waren, weiter unter dieser Bestrahlung auf. Dabei soll sich Riesenwachstum eingestellt und der Hoden lebhaftere Spermiogenese gezeigt haben. Auch Küstner kommt zu der Ansicht, daß Rotlicht eine Steigerung der Hormonbildung bedingt und gewissermaßen einen Antagonist zum Ultraviolett darstellt. Brown und Howard machten Versuche, indem sie einen Teil der Kaninchen unter Tageslicht, einen anderen Teil in absolutem Dunkel und einen dritten unter Rotlicht hielten, das sie mit einer Neonlampe herstellten. Dabei fanden sie, daß die Tiere, die mit Rotlicht bestrahlt wurden, einen erheblich größeren Gewichtszuwachs als die beiden anderen Gruppen zeigten, und zwar besonders die

weißen Kaninchen. Entsprechende Ergebnisse fanden sich auch beim Haarwachstum.

Flamarion gibt an, daß Pflanzen unter Rotlicht sich besser entwickelten als solche unter blauem oder grünem Glas. Sie sollen sogar eine „ungewöhnliche Saftfülle" aufweisen.

Ganz im Gegensatz zu diesen Experimenten stehen die Untersuchungen von Eckstein, Freund und Oerum. Eckstein hat an jungen Ratten festgestellt, daß das Längen- und Gewichts-Wachstum unabhängig von der Färbung des Lichtes ist. Rote, blauviolette und graue Farbe ließen keinen Unterschied erkennen. Freund fand bei Bestrahlung von Polypen, daß rotes Licht und auch Dunkelheit die Wachstumsenergie hemmt. Oerum hielt Kaninchen und zwar albinotische wie auch gefärbte unter Rotlicht und im Dunkeln. Bei allen Versuchstieren nahm die Zahl der roten Blutkörperchen, wie auch der Haemoglobingehalt und die Blutmenge ab. In diesem Fall wäre also Rotlicht in seiner biologischen Wirkung der Dunkelheit gleichzusetzen.

Rotlichtwirkung auf den Stoffwechsel.

Auf den Stoffwechsel hat Rotlicht nach Bie (1905 (1)) eine stimulierende Wirkung. Moleschott (1855, 1879) und Fubini (1881) haben die ersten Versuche in dieser Richtung gemacht und gefunden, daß der (Lungen-) Stoffwechsel im Licht etwas größer ist, als im Dunkeln. Der Unterschied ist jedoch nur sehr gering. Wenn die Kohlensäureausscheidung im Dunkeln mit 100 bezeichnet wird, so beträgt sie im Rotlicht 100,5. Bei der Größe der Fehlerquellen derartiger Stoffwechseluntersuchungen hat dieses Ergebnis keine Bedeutung. Später machte Quincke Versuche über den Einfluß auf den Stoffwechsel und fand dabei, daß die Lebensprozesse in den einzelnen Zellen von den Strahlen wohl stimuliert werden; aber diese Probleme sind durchaus nicht zu übersehen. Man darf wohl annehmen, daß das Rotlicht, da es das Gewebe erwärmt, auf die Lebensprozesse der

Zellen anregend wirkt, wie auch von von Schubert in einer Arbeit über die Küstner'schen Versuche betont wird. Er hält diese von Küstner gefundenen Wirkungen des Rotlichtes für reine Wärmewirkung. Außerdem seien die Ergebnisse nicht zu vergleichen, da verschiedene Intensitäten bei der Bestrahlung angewendet seien. Die gleiche Ansicht vertritt auch Sonne (1924—1926) der Versuche an Meerschweinchen, die subkutan mit Diphtherietoxin gespritzt waren, anstellte. 2 Stunden nach der Injektion bestrahlte er den glattrasierten Rücken mit sichtbaren Strahlen. Dabei fand er, daß die Tiere, die bestrahlt wurden, bedeutend leichter das Toxin vertrugen als die Kontrolltiere. Er glaubt die Wirkung erklären zu müssen aus einer Erwärmung des Blutes und infolge dieser einer erhöhten Zerstörung des Toxins. Dabei hält er die Beteiligung der sichtbaren und ultraroten Strahlen für sehr wichtig.

Rotlichtwirkung auf die Mikroorganismen.

Wenn man den Einfluß des Rotlichtes auf Kuhpockenlymphe, also auf das Vaccinevirus, feststellen will, so hat man zunächst einmal die Wirkung des Rotlichtes ganz allgemein auf Mikroorganismen zu untersuchen. Derartige Arbeiten liegen in großer Zahl vor. Die ersten sind die von Downs und Blunt (1877/78), durch die zum Ausdruck kommt, daß rot „nicht ganz unwirksam ist". Arloing fand 1885 keine Wirkung des Rotlichtes auf Bakterien, desgleichen Lübbert 1886. Janowski (1890) spricht von keinem wesentlichen Einfluß. Im gleichen Jahr machte Santori Versuche mit zerlegtem Sonnenlicht. Er konnte feststellen, daß die roten Strahlen nicht im Stande sind, Bakterien abzutöten und auch keine sichtbaren Veränderungen in ihrer Entwicklung hervorzurufen. Im nächsten Jahre untersuchte Raspe den Einfluß des Rotlichtes auf Milzbrandsporen, die unverändert blieben. Geißler (1892) fand, daß alle Strahlen des spektral zerlegten Bogen- wie auch des Sonnenlichtes auf das Wachstum der Bakterien hemmend wirken, ausgenommen die roten,

die keinen Einfluß haben. Im gleichen Jahre glaubt Kotljar einen geringen Einfluß des Rotlichtes auf Bakterien feststellen zu können, ebenso Chmelewsky auf Eitererreger. Buchner dagegen hält rot für unwirksam; die gleiche Ansicht vertritt auch Ledoud-Lebard (1893) und Marschall Ward (1893/94). Dieser bestrahlte beimpfte Nährböden mit verschiedenen Teilen des spektral zerlegten elektrischen Lichtes. Nach 12stündiger Einwirkung gelangten die Bakterien in den roten, ultraroten, orangefarbigen und gelben Anteilen in normaler Weise zur Entwicklung. Dagegen blieben die den grünen, blauen, violetten und ultravioletten Abschnitten entsprechenden Partien der Nährböden steril. Dieudonné (1894) erklärt, daß Rotlicht das Wachstum der Bakterien nicht hemmt, vielleicht sogar fördert. d'Arsonval und Charrin fanden rot unwirksam, ebenso Billings und Peekham (1895). Kruse (1895) bestrahlte Bakterien 14 Stunden lang mit Rotlicht und konnte während dieser Zeit keinen Einfluß feststellen. Dagegen wirkte eine Bestrahlung von 20 Stunden Dauer hemmend auf das Wachstum. Bie (1900 (2)) bestrahlte Bakterien 90 Minuten lang mit 35 Ampère und 44—46 Volt und einer Wellenlänge von 750—656 μμ. Dabei fand er, daß das Wachstum gehemmt war. Eine Abtötung der Bakterien wurde nicht bestimmt. Bie steht auf dem Standpunkt, daß alle Strahlen auf Bakterien wirken, wenn sie nur in genügend starken Dosen gegeben werden. Die roten Strahlen besitzen dabei aber die schwächste Wirkung. Philibert und Risler (1926—1928) konnten eine Wirkung des Rotlichtes auf Bakterien nur dann feststellen, wenn diese mit Methylviolett sensibilisiert waren. Sonst war kein Einfluß auf Staphylokokkus und Bakt. coli unter der Neonlampe zu bemerken. Hertel glaubt, daß alle Strahlen bakterizid auf Kleinlebewesen wirken, wenn nur eine genügende Menge zugeführt wird. Dasselbe berichtet van der Lingen. Er bestrahlte Bakterien die unter günstigen Bedingungen gehalten wurden (Brutofen auf Agar) mit verschieden-farbigem Licht. Im Rot — auch im Gelb, Grün und Blau — wurden die

Bakterien abgetötet, blaugrün und orange hemmten das Wachstum. Friedland fand eine Abtötung der Tuberkelbazillen auch unter Glas, also unter Ausschaltung der ultravioletten Strahlen. Klein dagegen berichtet, daß die Sporenbildung von Botrytes cinerea durch die langwelligen Teile des Spektrums gesteigert würde, nur die kurzwelligen Teile sollen hemmend wirken. Bang hält eine Wirkung des Rotlichtes für möglich, glaubt aber nicht, daß es sich um eine spezifische handelt, sondern vielmehr um eine Wärmewirkung. Er stellte Versuche in dieser Richtung an und glaubt dabei festgestellt zu haben, daß Bakterien bei 45 Grad in 30 Sekunden abgetötet werden, bei 30 Grad in 30 Minuten. Wiesner fand alle Strahlen bakterizid. Die stärkste Einwirkung liege bei Rot und Gelb. Die roten Strahlen sollen den ultravioletten Strahlen an bakterizider Wirkung nicht nachstehen. Miramond de Laroqueth fand, daß von verschieden farbigem Licht, das blaue am stärksten bakterientötend wirke, dann gelb, rot und grün. Thiele und Wolf (1907) halten eine Rotlichtwirkung nur für möglich bei Gegenwart von Sauerstoff.

Rotlichtwirkung auf die Kuhpockenlymphe.

Nachdem wir den Einfluß des Rotlichtes auf Mikroorganismen ganz allgemein betrachtet haben, kommen wir nun zu dem Spezialfall, dem Einfluß des Rotlichtes auf Kuhpockenlymphe.

Finsen und Dreyer (1903) bestrahlten Lymphe mit Rotlicht. Nach 30 Minuten war die Virulenz der Vaccine noch nicht vernichtet. Hausmann schreibt, daß die Kuhpockenlymphe virulent blieb auch bei starker Bestrahlung, die sonst Bakterien tötete. Das Pockenvirus soll praktisch lichtfest sein. Mayerhofer kam dagegen zu entgegengesetzten Ergebnissen. „Das durch eine gesättigte Lösung von Kaliumbichromat filtrierte Licht (748—525 μμ). der Quarzlampe ist noch imstande, biologische Einwirkungen auf die Lymphe hervorzubringen. Bei einer Dauer der Bestrahlung von 50

bis 60 Minuten (bei einem Meter Abstand) wurde bei Erstimpfungen die Haftung entweder vermindert oder verzögert; diese Verzögerung der Haftung betrug meist 24 Stunden; einmal betrug jedoch die Verzögerung 6 Tage gegen die Kontrolle — Eine Bestrahlung von 90 Minuten schädigte die Lymphe bereits so stark, daß nur mehr vorübergehende Rötung oder Knötchen ohne Pustelbildung erziehlt wurden" — Aehnliche Ergebnisse fanden Friedberger und Yamamoto, die Sonnenstrahlen durch eine Schicht Neutralrotsalbe passieren ließen. Auf diese Art hergestelltes Rotlicht soll Vaccineerreger schnell abgetötet haben.

Pincussen hält eine Einwirkung des Rotlichtes aus theoretischen Ueberlegungen für unwahrscheinlich. Eine photochemische Abtötung des Vaccinevirus wäre nur dann anzunehmen, wenn im Protoplasma Disperitätsänderungen auftreten. Solche Veränderungen können aber nur möglich sein unter dem Einfluß von kurzwelligem Licht; unter Umständen können die langwelligen Strahlen die Wirkung der kurzwelligen unterstützen, aber niemals allein denselben Effekt erzielen.

Kritische Bemerkungen zu den bisherigen Arbeiten.

Eine Erklärung für die bisher mitgeteilten Versuchsergebnisse, die sich zum Teil vollkommen widersprechen, ist nur möglich, wenn man annimmt, daß, abgesehen von technischen Fehlern, die Experimente unter verschiedenen Bedingungen angestellt sind. Zu dieser Annahme ist man durchaus berechtigt, da sich in der gesamten Literatur, ganz wenige Fälle ausgenommen, keine Angaben über die Apparatur finden. Deshalb sind alle Versuchsergebnisse nur mit Vorsicht aufzunehmen und bedürfen dringend der Nachprüfung. Man kann die Arbeiten nicht miteinander vergleichen, da nie mit gleichen Energien bestrahlt wurde. Während z. B. Bie (1900 (2)) 6000 Normalkerzenstärke anwendete, benutzten andere Autoren das Sonnenlicht, wieder andere

die Quarz- oder Neonlampe. Ferner fehlen Angaben über den Abstand des Objektes von der Lichtquelle, der einen bedeutenden Einfluß auf die Ergebnisse haben kann. Ganz besonders vermißt man die Beschreibung der optischen Hilfsgeräte wie z. B. der Lichtfilter, Lampen, Objektbehälter usw. und des Strahlenganges und seiner Abschirmung, ferner auch nähere Angaben über die Lymphe, insbesondere über ihr Alter, Virulenz und Verdünnung. Es würde zu weit führen, wollte man die einzelnen Arbeiten auf diese und andere Fehler untersuchen, zumal Wiederholungen nicht zu vermeiden wären. Deswegen sei über sie in Gesamtheit gesprochen.

Als Lichtquelle wurde von den einen Tages- oder Sonnenlicht verwendet (z. B. Friedberger und Yamamoto). Wenn man bedenkt, welchen Einflüssen solche Lichtquellen ausgesetzt sind, so wird man sie von vornherein ablehnen. Die Lichtenergie schwankt nicht nur zu verschiedenen Tageszeiten, sondern ist auch abhängig von Witterung und örtlichen Bedingungen, wie auch jahreszeitlichen Schwankungen. Außerdem haben wir im Tageslicht nur eine relativ schwache Lichtquelle. Andere Forscher (z. B. Mayerhofer) benutzten Quarzlampen. Dabei fehlen aber stets die Angaben über Volt- und Ampèrezahlen, so daß man sich keine Vorstellung über die aufgewendeten Energien machen kann. Derselbe Fehler findet sich bei den Autoren, die Kohlenbogenlampen benutzten. Hier vermißt man — nur Bie macht nähere Angaben — nicht nur die Nennung der Stromstärke, sondern auch Angaben über die Stärke der Kohlen. Ferner ist zu bedenken, daß die Kohlen selten in gleicher Zeit abbrennen; dadurch ändert sich die Spannung und die ausgesandte Energie; außerdem verschiebt sich der Lichtpunkt. Wenn es sich auch nur um geringe Bewegungen handelt, so werden sie doch von Bedeutung sein. Es müßte also der Lichtkegel stets kontrolliert werden. Die Kohlenbogenlampe hat auch noch den Nachteil, daß man nie längere Bestrahlungszeiten einhalten kann, ohne die Kohlen auszuwech-

seln, die Bestrahlung zu unterbrechen. Ob dies einen Einfluß auf die Ergebnisse hat, läßt sich nicht sagen, wenn es auch nicht wahrscheinlich ist, besonders wenn man lange Zeit bestrahlt. Außerdem wäre noch zu bedenken, ob nicht die elektrischen Kurzwellen, die bei einer Bogenlampe auftreten, einen Einfluß auf das Bestrahlungsobjekt haben. Die größte Lichtmenge geht bei der Kohlenlampe schräg abwärts in einem Gürtel zwischen 44—55 Grad mit der Achse der Kohlen, was auch zu berücksichtigen wäre. Am geeignetsten wäre wohl die elektrische Glühlampe, die stets die gleiche Energie aussendet. Nur muß man sich hüten, sie zu stark zu belasten, da sie dadurch zu schnell abgenutzt wird und dann noch geringere Energie spendet. Nach Möglichkeit sollte man nur mit starken Lichtquellen arbeiten, um die Bestrahlungszeit abkürzen zu können.

Ueber die eventuell benutzten Linsen finden sich keine Angaben in den Arbeiten. Es wären dort zu nennen: Größe und Brennweite der Linsen, ferner ob sie in ihrer ganzen Größe von dem Lichtkegel getroffen wurden oder nur ihre Mitte. Daß auch ihr Abstand von der Lichtquelle anzugeben ist, ist selbstverständlich. Die Durchlässigkeit und Reflexion ist in jedem Fall zu prüfen. Vor dem Gebrauch zu vieler Linsen ist sehr zu warnen, da bei jedem Wechsel zwischen Luft und Glas ein Teil der Strahlen verloren geht.

Ueber die Lichtfilter, durch die das Rotlicht hergestellt wurde, findet man in der Literatur verschiedentlich nähere Angaben. So berichteten Friedberger und Yamamoto, daß sie Neutralrotsalbe benutzten. Daß dies Verfahren nicht statthaft ist, ist selbstverständlich, da man nicht weiß, wie weit die Salbe auf die pathologischen Veränderungen der Haut von Einfluß ist. Außerdem kann man sie nie in der gleichen Stärke auf die Haut auftragen und wird deshalb einmal eine reinere Rotwirkung erhalten als das andere Mal. Mayerhofer benutzte Kaliumbichromat in flüssiger Lösung. Gegen alle flüssigen Lichtfilter ist einzuwenden, daß sie sich mit der Zeit zersetzen und dann ihre Durchlässigkeit für Licht ändern.

Man müßte sich also die Lösung immer wieder frisch herstellen. Ferner vermißt man auch bei Mayerhofer eine Angabe über die Dicke des Filters. Am geeignetsten dürften wohl die neuen Glasfilter der Firma Schott und Genossen in Jena sein, die immer in der gleichen Qualität geliefert werden. Selbstverständlich sind die Gläser vor dem Versuch genau zu prüfen auf Reflexion, Absorption und Durchlässigkeit für die einzelnen Strahlenbereiche.

Es wäre noch die Frage zu erörtern, ob man großen Wert auf die absolute Reinheit des Rotlichtes zu legen hat, wie das bisher geschehen ist. Oben wurde schon gesagt, daß Rotlicht nicht einen Wellenbereich mit einer besonderen Wirkung und Eigenschaft darstellen kann, da es sich um einen willkürlich aus der Reihe herausgegriffenen handelt. Wir bezeichnen ihn als Rotlicht, da er unserer Retina als rot erscheint. Seine Bestimmung hängt also lediglich von der Funktion unserer Netzhaut ab. Es wäre vielleicht praktischer, wenn man den Einfluß des Lichtes einer bestimmten Wellenlänge untersuchte und dabei nicht so sehr auf reines Licht einer bestimmten Farbe Wert legte, sondern versuchte, einen möglichst kleinen Wellenbereich herauszuschneiden, was allerdings noch einige technische Schwierigkeiten macht, da wir bei diesen Bedingungen nur sehr schwaches Licht herstellen können.

Daß Lichtfilter und Linsen senkrecht zum Strahlengang stehen müssen, um möglichst wenig Energie durch Reflexion zu verlieren, sei nur nebenbei bemerkt.

In den Arbeiten, die über die Bestrahlung der Kuhpockenlymphe berichten, fehlt auch jede Angabe über den Behälter, in dem die Lymphe bestrahlt wurde. Allein die verschiedene Konstruktion dieses Teiles der Versuchsanordnung vermag schon außerordentlich große Differenzen herbeizuführen. Es muß unbedingt angegeben werden, aus welchem Material er hergestellt wurde, damit man sich ein Bild über die Durchlässigkeit für Strahlen machen kann. Ferner wären zu nennen die Größe, Form und Kapazität, insbeson-

dere auch die lichte Weite des Behälters. Am besten stellt man sich eine Kammer her, die planparallele Wände hat, damit alles Licht unter geringster Reflexion durch die Kammer hindurchgeht. Runde Flächen sind auf jeden Fall zu vermeiden. Außerdem sei die Kammer möglichst nur halb so groß wie die beleuchtete Fläche. Die lichte Weite der Kammer soll man möglichst klein nehmen, damit man die Gewähr hat, daß alle Teile der Lymphe von den Strahlen möglichst gleichmäßig getroffen werden. Das Rotlicht hat allerdings eine besonders große Durchdringungsfähigkeit, wie oben gesagt wurde, aber man soll trotzdem, um fast ganz gleiche Bedingungen zu schaffen, die zu bestrahlende Schicht dünn nehmen. Um die energieschwächeren Randstrahlen auszuschalten, bringt man das Objekt in die Mitte des Strahlenganges und nimmt es nur wenig über halb so groß wie die beleuchtete Fläche. Eine genaue Angabe über den Abstand des Objektes von der Lichtquelle muß selbstverständlich gemacht werden. Um die Wärmewirkung während des Versuches auszuschalten, bringt man die Bestrahlungskammer am besten auf Eis. Eine genaue Kontrolle über die Erwärmung des Objektes hat während des Experimentes stets zu erfolgen. Die Bestrahlungskammer ist zweckmäßig nicht aufrecht zu stellen, sondern zu legen, damit nicht die spezifisch schwereren Teile der Lymphe absinken und dann schwächer bestrahlt werden, als die anderen. Eine stärkere Bestrahlung der einzelnen Partikel kann man ferner noch erreichen, indem man verdünnte Lymphe nimmt. Dadurch wird sie aufgehellt und ist dann besser für das Licht durchgängig. Allerdings muß eine Angabe über das Verdünnungsmittel — am zweckmäßigsten dürfte physiologische Kochsalzlösung sein — und den Grad der Verdünnung gemacht werden. Um nun nicht dadurch eine zu stark abgeschwächte Lymphe zu erhalten, ist es ratsam, hochvirulente Lymphe zu verwenden. — In allen früheren Arbeiten fehlen auch Angaben über das Alter der Lymphe. Es ist bekannt, wie Bang in Heft 2 der Mitteilungen aus Finsens me-

dizin. Lysinst. (1901) schreibt,daß die Lymphe mit steigendem Alter widerstandsfähiger gegen Licht wird. Ratsam ist ferner den Gehalt an Mikroorganismen zu untersuchen. Schließlich muß auch noch die Virulenz der Lymphe bestimmt sein und angegeben werden.

Bei fast allen Arbeiten vermißt man ferner eine Angabe darüber, ob und wie der Strahlengang abgeschirmt wurde. Es ist unbedingt zu verlangen, daß das Licht vollkommen abgedeckt ist und nur der eigentliche Strahlengang das Objekt trifft. Ganz besonders darf kein weißes Licht auf das Objekt fallen, auch nicht indirekt. Deshalb ist es zweckmäßig, die Lichtquelle und sämtliche optischen Instrumente vollkommen einzubauen und nur eine kleine Oeffnung für den Strahlengang frei zu lassen.

Daß alle eingeschalteten Medien klar und rein sein müssen, sei nur nebenbei bemerkt. Da das Objekt am besten liegend bestrahlt wird, so muß nach Möglichkeit die Lichtquelle über der Bestrahlungskammer angebracht werden, so daß der Strahlengang senkrecht verläuft. Wenn dieses nicht leicht zu machen ist, so kann man in den Strahlengang ein Prisma einbauen, das die Strahlen um 90 Grad ablenkt. Spiegel sollen möglichst nicht verwandt werden, da sie polarisiertes Licht herstellen, wenn auch nur in sehr geringer Menge. Bei der längeren Dauer des Versuches könnte dieser Faktor doch eine Rolle spielen; denn polarisiertes Licht soll die Lymphe schädigen.

In vielen Arbeiten vermißt man ferner die Angaben über die Auswertung der bestrahlten Lymphe. Es ist weiter durchaus nicht gleichgültig, ob die Lymphe auf die Haut oder die Cornea verimpft wurde und welche Tiere zu den Versuchen herangezogen wurden. Zweckmäßig ist es auch Tiere von derselben Haarfarbe für die Hautimpfungen zu verwenden. Es ist ja bekannt, daß die Pocken an Kälbern, die helleres Fell haben, leichter angehen als an anderen. Die Versuchstiere müssen natürlich unter gleichen Bedin-

gungen gehalten werden und vielleicht schon vorher lange Zeit gehalten worden sein. Trotzdem wird man nicht immer bei der gleichen Lymphe gleiche Resultate finden, da die Tiere eine verschiedene Empfänglichkeit gegen Infektionen zeigen. Außerdem werden technische Fehler bei der Verimpfung nicht immer sicher auszuschließen sein. Von Einfluß auf die Erkrankung kann ferner noch der Stoffwechsel der Tiere sein, den man kaum als gleich annehmen kann. Um diese Fehler nach Möglichkeit ausschließen zu können, ist es nötig mit einem großen Tiermaterial zu arbeiten.

Weiterhin hat man zu bedenken, daß man bei solchen Versuchen nicht nur mit dem Vaccinevirus experimentiert, sondern daß stets der Einfluß der Bakterien der Lymphe auf die Ritzung der Haut oder Cornea hinzukommt. Um diesen Fehler auszuschalten, kann man keimfreie Lymphe oder sterile Hirn- oder Hodenlymphe verwenden. Daneben werden aber auch die Bakterien der Haut und Cornea von Bedeutung sein. Wie weit der günstige Einfluß des Rotlichtes auf einer Wirkung auf die Bakterienflora der Haut und Cornea beruht oder gar auf die Entzündung oder Ritzung, ist schwer zu sagen und müßte durch Vorversuche erst festgestellt werden.

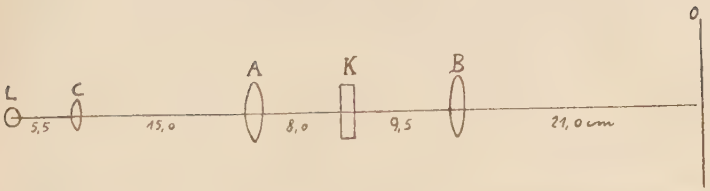
Es wurde oben gesagt, daß das Rotlicht den Organismus widerstandsfähiger gegen Toxine macht. (Sonne 1924, 1926). Vielleicht hat man auch darin einen Grund für die günstige Wirkung des Rotlichtes zu suchen. Es müssen also auch in dieser Richtung zunächst Versuche angestellt werden. Da das Rotlicht auch eine Erhöhung der Gewebetemperatur hervorruft, kann man sich denken, daß man auch darin einen Grund für seine Wirkung zu suchen hat. Um alle diese Fehler ausschalten zu können, müssen also entsprechende Versuche zunächst einmal durchgeführt werden.

Eigene Versuche mit Rotlicht.

Zu den eigenen Versuchen wurde eine nach den im vorhergehenden Abschnitt geforderten Grundsätzen konstruierte

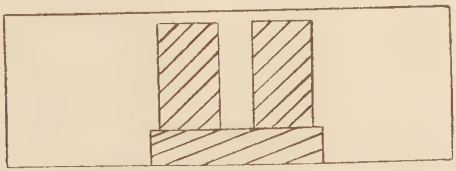
Apparatur benutzt. Als Lichtquelle (L) diente eine Kohlenbogenlampe, die mit 5 Ampère und 120 Volt betrieben wurde. Die obere positive Kohle mißt 200 × 5 mm, die untere negative 115 × 6 mm (Dochtkohle). Die ausgesendeten Lichtstrahlen wurden durch einen Kollektor (C) parallel gemacht und dann durch eine Linse (A) mit der Brennweite von 19 cm und einem Durchmesser von 7,8 cm gebrochen. Der Abstand des Kollektors von der Lichtquelle betrug 5,5 cm, vom Kollektor zur Linse A 15,0 cm. 8,0 cm von der Linse A entfernt stand eine Küvette (K) mit einer lichten Weite von 1,5 cm, die die Filtergläser aufnahm und mit Wasser beschickt wurde, um eine Erwärmung der Gläser zu verhüten. 9,5 cm von der Küvette entfernt befand sich die Linse B, die eine Brennweite von 21 cm und einen Durchmesser von 5,8 cm hatte. 21,0 cm von dieser Linse entfernt befand sich die Bestrahlungskammer O. Die bestrahlte Fläche am Objektpunkt O hatte einen Durchmesser von 7,0 cm. Der Strahlengang benutzte in keinem Fall die gesamte Linsenfläche, sondern nur soweit, daß die Linsenfehler nicht in Erscheinung traten. Sämtliche Linsen waren in einen vollkommen geschlossenen Kasten eingebaut, der nur an der Vorderfläche durch eine kleine Oeffnung den Strahlengang durchtreten ließ. Dadurch war jede Möglichkeit einer Beeinflussung der Lymphe durch direktes oder reflektiertes Licht ausgeschaltet. Als Lichtfilter wurden benutzt 1. ein Wärmeschutzglas, das alle Wärmestrahlen absorbierte, und 2. ein Rotglas, das nur die Strahlen des roten Spektrums passieren ließ. Aus den beigegebenen Zeichnungen und Tabellen geht die Durchlässigkeit dieser Filter hervor. Da durch die hohe Wärmeentwicklung die Gläser sprangen, wurden sie in eine Küvette eingebaut, die von Wasser langsam durchflossen wurde. Das Wärmeschutzglas hatte eine Dicke von 3 mm, das Rotglas von 2 mm.

Skizze der Apparatur.



L Lichtquelle; A Linse (f = 19 cm, Durchmesser 7,8 cm)
C Condensor B Linse (f = 21 cm, Durchmesser 5,8 cm)
K Küvette mit Lichtfiltern. O Objekt.
Wärmeschutzglas 24 271. Größe: 60 × 60 × 3 mm. } der Firma Schott u. Gen. Jena.
Rotglas R G 2. Größe: 60 × 60 × 2 mm. }
Bestrahlte Fläche bei O = 7 cm Durchmesser.
Strahlengang von L bis B (einschließlich) vollkommen abgedeckt.

Als Bestrahlungskammer diente ein Objektträger von 76 × 26 mm, auf den kleine Glasplättchen so aufgeklebt wurden, daß eine Kammer entstand von 17 × 5 × 1 mm, wie die nachstehende Zeichnung erkennen läßt. Die Kammer wurde dann mit einem Deckgläschen verschlossen, das am Objektträger mit Plastelin befestigt wurde. Nach oben blieb die Kammer unverschlossen.

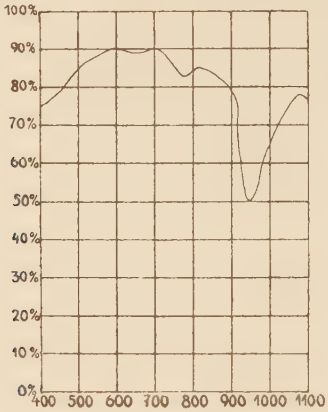


Bestrahlungskammer.

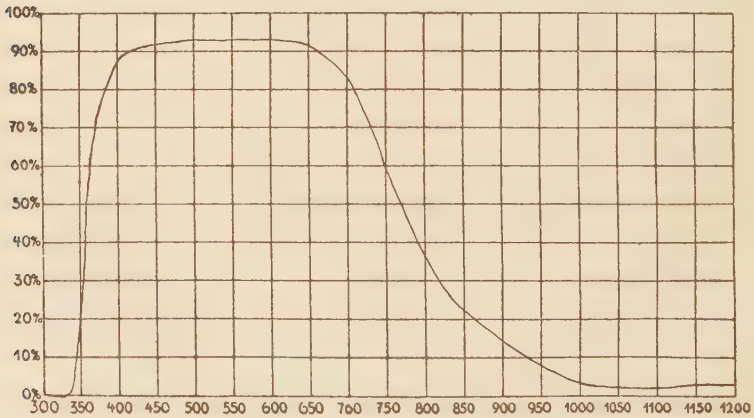
Bei diesen Versuchen wurde nicht, wie oben dargelegt, eine Glühlampe als Lichtquelle benutzt, da die Bestrahlungszeiten so kurz waren, daß man die Nachteile einer Kohlenbogenlampe in Kauf nehmen zu können glaubte. Außerdem wurde aus demselben Grunde auch darauf verzichtet, die Bestrahlungskammer auf Eis liegend in die Apparatur einzu-

bauen. Das Absinken der spezifisch schwereren Partikel der Lymphe wurde durch mehrmaliges Durchmischen während der Bestrahlung verhindert.

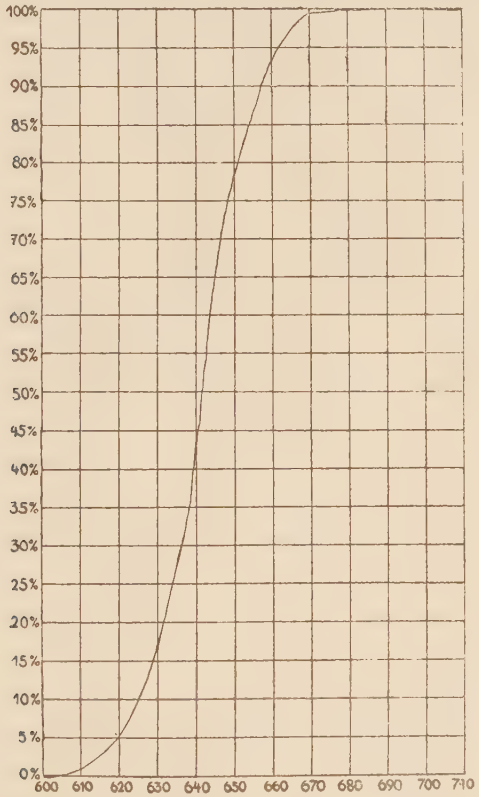
Lichtdurchlässigkeit einer Küvette mit Wasser von 1 cm lichten Weite mit Glas-Deckplatten.
(Nach Jean Lecomte, Le spectre infraroûge. Paris 1928)



Durchlässigkeit der Wärmeschutzglases 24 271 bei 3 mm Dicke.
(Nach Angaben der Jenaer Glaswerke Schott u. Gen., Jena).



Durchlässigkeit des Rotglases R G 2 bei 2 mm Dicke.
(Nach Angaben der Jenaer Glaswerke Schott u. Gen., Jena).



Zunächst wurde die Virulenz der Lymphe bestimmt an der Cornea des Kaninchens. Die Lymphe wurde mit Kochsalzlösung verdünnt auf 1:10, 1:100 und 1:1000. Dabei ergab sich, daß die Verdünnungen 1 : 100 und 1:1000 nicht angegangen waren. Das Tier, das mit unverdünnter und 1:10 verdünnter Lymphe geimpft war, starb vor Ablauf des Versuches an unbekannter Ursache, so daß ein Ergebnis nicht zu ermitteln war. Die Nachschau erfolgte stets nach 2 Tagen. Darauf wurde ein anderes Tier mit den gleichen Verdünnungen geimpft. Nach 48 Stunden war die unverdünnte

Lymphe schwach angegangen, die 1:10 verdünnte nicht angegangen, wie die nachfolgende Tabelle zeigt.

Tabelle 1.

Tier Nr.	Datum der Impfung	Rechte Cornea	Linke Cornea	Datum der Nachschau	Befund rechte Cornea	Befund linke Cornea
1543	7. 6.	1 : 0	1 : 10	9. 6.	Tier	tot
1544	7. 6.	1 : 100	1 : 1000	9. 6.	—	—
1546	11. 6.	1 : 0	1 : 10	13. 6.	+	—

Darauf wurde mit einer anderen Lymphe derselbe Versuch angestellt. Bei beiden Tieren gingen alle Impfungen an. Die Lymphe war am 18. 1. 32. gewonnen und wurde gebraucht am 17. 6. und 22. 6. 1932 (Siehe Tabelle 2).

Tabelle 2.

Tier Nr.	Datum der Impfung	Rechte Cornea	Linke Cornea	Datum der Nachschau	Befund rechte Cornea	Befund linke Cornea
1550	17. 6.	1 : 1000	1 : 0	19. 6.	++	++
1553	22. 6.	1 : 10	1 : 100	24. 6.	++	++

Bestrahlung der Lymphe.

Nun wurde mit der Bestrahlung der Lymphe begonnen. Die Ergebnisse gehen aus der folgenden Tabelle hervor.

Aus diesen Versuchen kann man folgendes entnehmen.

1. Die Tiere haben eine verschieden starke Empfänglichkeit gegenüber der Pockeninfektion. Das Tier 1565 wurde auf dem rechten Auge mit derselben Lymphe geimpft wie das Tier 1566. Dabei zeigte sich, daß in einem Fall (Tier 1566 linkes Auge) die Infektion schwach angegangen war, während in den beiden anderen Fällen keine Reaktion zu erkennen war. Dabei ist noch besonders hervorzuheben, daß die Infektion auch auf dem rechten Auge des Tieres 1565 nicht zum Ausbruch kam, dessen Cornea schon vor der Impfung leicht entzündet war.

Tabelle 3.

Tier Nr.	Verdünnung der Lymphe	Dauer der Bestrahlung in Minuten	Stromstärke in Ampère	Datum der Impfung	Ort der Impfung Cornea	Datum der Nachschau	Befund
1562	1 : 100	60	4	7. 9.	r.	9. 9.	—
1562	1 : 1000	60	4	7. 9.	l.	9. 9.	—
1561	1 : 100	—	—	7. 9.	r.	9. 9.	—
1561	1 : 1000	—	—	7. 9.	l.	9. 9.	—
1564	1 : 5	60	4	17. 10.	r.	19. 10.	+++
1564	1 : 5	—	—	17. 10.	l.	19, 10.	++
1563	1 : 5	30	4	17. 10.	l.	19. 10.	+
1563	1 : 5	—	—	17. 10.	r.	19. 10.	++
1565	1 : 5	60	4	20. 10.	l.	22. 10.	—
1565	1 : 5	120	4	20. 10.	r.	22. 10.	—
1566	1 : 5	120	4	20. 10.	l.	22. 10.	+
1566	1 : 5	120	4	20. 10.	r.	22. 20.	—

2. Die Virulenz der Lymphe ist großen Schwankungen ausgesetzt, wie aus den Tabellen 1 und 2 hervorgeht. Die erste Lymphe, die zu den Versuchen der Tabelle 1 verwendet wurde, war so schwach, daß sie nur in unverdünntem Zustand eine geringe Reaktion hervorzurufen vermochte. Die Lymphe, die für die Versuche der Tabelle 2 benutzt wurde, ging selbst bei einer Verdünnung von 1: 1000 noch an.

3. Die Rotlichtbestrahlung hat bei den in diesen Versuchen angewendeten Energien keinen nachweisbaren Einfluß auf die Virulenz. Denn die Lymphe, die auf die rechte Cornea des Tieres 1564 verimpft wurde, rief eine stärkere Reaktion hervor als die Lymphe, die auf die linke Cornea des Tieres 1563 verimpft wurde, die nur 30 Minuten bestrahlt war, während die erstere 60 Minuten bestrahlt war. Die Kontrollen mit unbestrahlter Lymphe bewirkten eine stärkere

Reaktion als die 30 Minuten bestrahlte, aber eine schwächere als die 60 Minuten bestrahlte Lymphe, die die stärkste Virulenz nach diesen Versuchen aufzuweisen hatte.

Die Lymphe, die auf die linke Cornea des Tieres 1565 verimpft wurde und die gleiche Behandlung wie die, die auf die rechte Cornea des Tieres 1564 verimpft wurde, erhalten hatte, ging nicht an. Dagegen vermochte die Lymphe, die auf die rechte Cornea des Tieres 1565 und auf die rechte und linke Cornea des Tieres 1566 verimpft wurde und 120 Minuten bestrahlt war, in einem Fall eine schwache Reaktion hervorzurufen, trotzdem sie doch doppelt so lange bestrahlt war.

Ein nachweisbarer Einfluß des Rotlichtes ist also auf die Virulenz der Vaccine nicht festzustellen, wenn auch nicht in Abrede gestellt werden kann, daß die vorliegenden Versuche nicht beweisen, daß ein Einfluß überhaupt nicht vorhanden ist. Sollte dieser jedoch vorliegen, so wäre er aber so gering, daß er durch die verschiedene Empfänglichkeit der Tiere überdeckt wird und praktisch nicht vorhanden ist.

Bestrahlung der beimpften Cornea.

Weiterhin wurden Versuche mit der Rotlichtbestrahlung auf die beimpfte Cornea des Kaninchens gemacht.

Kaninchen A.:

5. 12. 1932. Cornea beiderseits gegittert und geimpft mit Lymphe Schwerin.
5. 12. linkes Auge bestrahlt 30 Minuten.
6. 12. linkes Auge bestrahlt 2 × 30 Minuten.
7. 12. linkes Auge bestrahlt 2 × 30 Minuten.
8. 12. linkes Auge zeigt nur geringe Entzündungserscheinungen; rechtes Auge, das nicht bestrahlt wurde, ist stark entzündet.

Kaninchen B.

12. 12. beide Augen gegittert und beimpft mit Lymphe Hamburg.

13. 12. rechtes Auge 2 × 30 Minuten bestrahlt.
14. 12. rechtes Auge 2 × 30 Minuten bestrahlt.
15. 12. rechtes Auge 2 × 30 Minuten bestrahlt. Bestrahltes Auge etwas mehr Leukozyten. Guarnierische Körper positiv.
20. 12. beide Augen entzündet.

Kaninchen 1652.

2. 1. 1933. Beide Augen gegittert und beimpft mit Hautlapine, die von Kaninchen A gewonnen war. Rechtes Auge gleich nach der Impfung 60 Minuten bestrahlt.
3. 1. rechtes Auge 2 × 60 Minuten bestrahlt.
4. 1. rechtes Auge 2 × 60 Minuten bestrahlt.
5. 1. rechtes Auge 2 × 60 Minuten bestrahlt.
6. 1. rechtes Auge 1 × 60 Minuten bestrahlt.
7. 1. rechtes Auge 1 × 60 Minuten bestrahlt. Beide Augen zeigen Eiterung, links stärker.
8. 1. rechtes Auge 1 × 60 Minuten bestrahlt.
9. 1. rechtes Auge 2 × 60 Minuten bestrahlt. Beise Augen vereitert, links etwas stärker.

Kaninchen 1653.

2. 1. Beide Augen gegittert und beimpft mit Hautlapine des Kaninchens A.
4. 1. rechtes Auge 2 × 60 Minuten bestrahlt
5. 1. rechtes Auge 2 × 60 Minuten bestrahlt.
6. 1. rechtes Auge 2 × 60 Minuten bestrahlt. Beide Augen entzündet.
7. 1. rechtes Auge 1 × 60 Minuten bestrahlt.
8. 1. rechtes Auge 1 × 60 Minuten bestrahlt. Beide Augen vereitert, links stärker.
9. 1. rechtes Auge 2 × 60 Minuten bestrahlt.
10. 1. beide Augen vereitert.

Kaninchen 1654:

3. 1. Hautimpfung mit Lymphe, die von Kaninchen A gewonnen war, beiderseits.
5. 1. rechte Seite 60 Minuten bestrahlt.
6. 1. rechte Seite 2 × 60 Minuten bestrahlt.

7. 1. rechte Seite 1 × 60 Minuten bestrahlt.
8. 1. rechte Seite 1 × 60 Minuten bestrahlt.
9. 1. rechte Seite 2 × 60 Minuten bestrahlt.
10. 1. rechte Seite 2 × 60 Minuten bestrahlt.
11. 1. rechte Seite 2 × 60 Minuten bestrahlt.
12. 1. starke Reaktion beiderseits. Herde zum Teil konfluiert.

Kaninchen 1661.

14. 1. beide Augen mit Lymphe Hamburg, 1:4 verdünnt, geimpft.
16. 1. rechtes Auge 60 Minuten bestrahlt.
17. 1. rechtes Auge 2 × 60 Minuten bestrahlt.
18. 1. rechtes Auge 2 × 60 Minuten bestrahlt.
Beide Augen eitern, links etwas stärker.

Kaninchen 1662.

16. 1. beide Augen mit Lymphe Hamburg, 1:4 verdünnt, geimpft. Gleich nach der Impfung rechtes Auge 2 × 60 Minuten bestrahlt.
17. 1. rechtes Auge 2 × 60 Minuten bestrahlt.
18. 1. rechtes Auge 2 × 60 Minuten bestrahlt.
Rechts kleine Herde.
19. 1. Herde rechts scheinen zurückzugehen, links kleine Herde.

Zu den Versuchen ist noch zu bemerken, daß die Tiere vollkommen im Dunkeln gehalten wurden. Bei den Kaninchen A und B wurden die Augen zur Bestrahlung luxiert. Da aber dadurch eventuell das Auge geschädigt werden konnte, so wurde bei den folgenden Versuchen davon Abstand genommen und wurden die Augen durch einen Sperrer offen gehalten. Vor Austrocknung wurden sie durch Benetzung mit physiologischer Kochsalzlösung bewahrt.

Diese Versuche zeigen, daß das Rotlicht nicht einen spezifischen Heilfaktor bei der Pockeninfektion darstellt, die Vaccineviren nicht schädigt, sondern — wie schon oben erwähnt wurde — dieselbe Wirkung zeitigt wie die absolute Dunkelheit: die schädigende Komponente der chemisch-wirk-

samen Strahlen des Lichtes kommt nicht zur Geltung. Allein bei Kaninchen A scheint das Rotlicht einen günstigen Einfluß gehabt zu haben. Doch ist aus diesem einen Ergebnis ein solcher Schluß noch nicht möglich. Bei allen andern Versuchstieren ist ein Unterschied zwischen bestrahlter und unbestrahlter Seite nicht festzustellen.

Wie ist die Rotlichtwirkung auf Pocken zu erklären?

Daß die Pocken unter Rotlichtbehandlung leichter verlaufen als unter Tageslicht ist nicht abzustreiten und wurde auch im ersten Abschnitt ausführlich behandelt. Der Einfluß des Rotlichtes könnte nun bestehen in einer Wirkung auf das Vaccinevirus, auf den Körper oder auf die Haut.

Ist ein Einfluß des Rotlichtes auf das Vaccinevirus möglich?

Wie oben ausgeführt, konnten Finsen und Dreyer (1903) in ihren Versuchen keinen Einfluß des Rotlichtes auf die Vaccine feststellen. Hausmann hält sogar die Kuhpockenlymphe für praktisch lichtfest. In seinen Versuchen blieb die Lymphe virulent selbst bei Bestrahlungsenergien, die Bakterien töteten. Es fehlen allerdings bei beiden Autoren Angaben über die benutzten Energien, so daß man einwenden könnte, daß sie zu gering gewesen seien. In den oben beschriebenen eigenen Versuchen ließ sich aber auch ein Einfluß des Rotlichtes nicht nachweisen. Zumindest ist er bei den oben angegebenen Intensitäten ohne praktische Bedeutung. Allein Mayerhofer will einen positiven Einfluß auf die Kuhpockenlymphe festgestellt haben. Es wurde oben schon gesagt, daß seine Apparatur nicht den unbedingt nötigen Forderungen entspricht und verschiedene Fehlerquellen aufweist, so daß seine Versuche nicht zu verwenden sind. Es könnte sich z. B. um eine reine Wärmewirkung handeln, da aus der Beschreibung der Apparatur nicht hervorgeht, ob die Wärmestrahlen auch genügend fern gehalten wurden. Die Versuche von Friedberger und Yamamoto, die auch einen

Einfluß auf die Viren festgestellt haben wollen, sind wie oben ausgeführt nicht stichhaltig.

Theoretisch ist ein Einfluß auf die Vaccineviren nur zu denken, wenn man ihn in einer Dispersitätsänderung des Protoplasmas sieht. (Pincussen und Bie. 1905 (2)). Da es sich aber in diesem Fall um ultravisible Viren handelt, wäre eine Einwirkung auf diese nur bei größten Intensitäten denkbar. Es ist aber auch fraglich, ob die Viren überhaupt im Stande sind Rotlicht zu absorbieren, also einem Einfluß zu unterliegen.

Ferner müßte man annehmen, daß jede Einwirkung von Energien, die das Protoplasma treffen und verändern, auch auf die Virulenz wirke, die einen Ausdruck biologischer Vorgänge darstellt. Es ist jedenfalls unmöglich, daß das Protoplasma verändert würde und die Virulenz dabei erhalten blieb. Mayerhofer betont in seiner Arbeit, daß nach der Bestrahlung die Haftung der Vaccine verzögert wurde, aber die Virulenz erhalten blieb. Auch Goldmann schreibt, daß die Virulenz bei seinen Experimenten unverändert blieb und nicht schwächer war als bei den Kontrollen. Trotzdem war der Verlauf der Entzündungsvorgänge bedeutend günstiger. Es soll sich hier also um eine Herabsetzung der Virulenz bei erhaltener Fähigkeit, Immunität zu erzeugen, handeln, was, wie oben gesagt wurde, nicht zu erklären sein würde.

Aus den beschriebenen Versuchen wie den theoretischen Ueberlegungen geht also hervor, daß man von einem Einfluß auf die Vaccine nicht sprechen kann. Zum wenigsten läßt sich sagen, daß ein eventueller Einfluß des Rotlichtes so gering ist, daß er nicht für den günstigen Verlauf der Pockenerkrankung verantwortlich zu machen ist.

Ist ein Einfluß des Rotlichtes auf den Gesamtorganismus möglich?

Bie (1905 (1)) zeigte in seiner Arbeit, daß der Stoffwechsel unter Rotlicht erhöht sei, Brown und Howard, daß Rotlicht wachstumsfördernd wirke, Ludwig und Ries, daß es

Riesenwachstum erzeugen und eine lebhaftere Spermiogenese, Küstner, daß die Hormone in gesteigerter Menge produziert würden, Sonne, daß die Resistenz gegen Toxine erhöht würde. Alle diese Arbeiten zeigen, daß die biologischen Funktionen des Organismus in erhöhtem Maße ablaufen. Ganz besonders die letzte Arbeit von Sonne ist in dieser Hinsicht bemerkenswert. Man kann wohl annehmen, daß das Rotlicht den Körper auch gegen die Stoffwechselprodukte der Pockenerreger und die der Entzündungsvorgänge des Körpers widerstandsfähiger macht. Das würde auch das niedrigere Fieber und die geringen Allgemeinerscheinungen bei den mit Rotlicht behandelten Pockenkranken erklären. Schließlich wäre noch die Arbeit von Cramer und Fechner zu nennen, die in der Rotlichtwirkung eine Proteinkörperwirkung sehen.

Diese verschiedenen Momente dürften wir wohl zur Erklärung des günstigeren Verlaufes der Pocken unter Rotlicht heranziehen. Allerdings genügen sie allein noch nicht.

Ist ein Einfluß des Rotlichtes auf die Haut möglich?

Rotlicht erhöht die Temperatur unter der Haut (Pincussen). Dadurch erhalten wir eine vermehrte Blutzufuhr, da Temperaturerhöhung mit einer Stoffwechselerhöhung parallel geht und jeder Stoffwechselerhöhung eine gesteigerte Blutzufuhr folgt. Dadurch wären aber auch wieder bessere Heilungsmöglichkeiten gegeben. Rotlicht wirkt ferner auch entzündungshemmend, wie Müller, Reyn und Bardeleben beschrieben haben.

Aus dem eben Gesagten geht hervor, daß wir für die günstige Beeinflussung der Pocken durch Rotlicht eine Wirkung auf den Gesamtorganismus wie auch auf die Haut und die Entzündungsvorgänge verantwortlich machen können. Eine Virulenzschwächung dürfte nicht anzunehmen sein. Außerdem kommt aber noch hinzu, daß durch das Rotlicht alle anderen Strahlen, insbesondere die chemisch wirksamen

bis auf einen Bruchteil ausgeschaltet werden, worin wir die hauptsächlichste Wirkung des Rotlichtes zu sehen haben. Licht vermag nämlich die gesunde und in erhöhtem Maße die kranke Haut zu schädigen. Bie stellte fest, daß Hautentzündungen durch ultraviolette Strahlen, ferner auch — doch nicht so stark — durch die blauen und violetten Strahlen hervorgerufen werden. Auch Finsen (1899, 1900) ist derselben Ansicht. Er bestrahlte die gesunde Haut mit intensiven Strahlen und fand dabei, daß sich kurz nach dem Versuch eine lebhafte Rötung mit folgender Entzündung einstellte. In der Begründung seiner Therapie bei Pockenerkrankung sagt er, daß das Rotlicht nicht eine spezifische Wirkung hätte, sondern, daß durch die Rotfilter die chemischen Strahlen ausgeschlossen würden. Die Patienten könnten ebenso gut im Dunkeln liegen, aber sie ziehen das schwache Rotlicht der absoluten Dunkelheit vor und empfinden es als angenehmer. Für diese Ansicht sprechen auch die Versuche von Oerum, die oben beschrieben wurden, ferner auch die eigenen Experimente an geimpften Kaninchen. Auch Ries führt die bessere Heilung auf die Fernhaltung der chemisch wirksamen Strahlen zurück, die das Gewebe schädigen sollen. Rotlicht sei absolut indifferent. In der gleichen Richtung liegen auch die Versuche von Swendson, der Pockenkranke mit Rotlicht behandelte. Nachdem die Vesikel im Gesicht völlig eingetrocknet waren, an den Händen sich aber noch einige nicht eingetrocknete fanden, ließ er zwei Patienten an das Tageslicht hinaus gehen. Die abgeheilten Vesikel hinterließen keine Narben, während die frischen suppurierten und unter deutlicher Narbenbildung abheilten. Einen ähnlichen Versuch machte auch Feilberg. Auch diese Tatsachen sprechen für eine Schädigung der Haut, die noch entzündlich verändert ist, durch das Tageslicht mit seinen chemisch wirksamen Strahlen. Auch die oben beschriebenen Versuche von Goldmann, der unter Rotlicht impfte, sprechen in dieser Richtung.

Alle diese Tatsachen zusammen reichen aus, um den günstigen Verlauf der Pocken unter Rotlichtbehandlung verständlich zu machen und zu erklären. Zusammenfassend kann man also sagen, daß das Rotlicht entzündungshemmend wirkt und den Gesamtorganismus wie auch die Haut durch Stoffwechselerhöhung und Kräftigung widerstandsfähiger gegen die Infektion macht, und schließlich, daß durch die Anwendung der Rotfilter die schädigenden chemisch wirksamen Strahlen zurückgehalten werden.

Am Schluß meiner Arbeit möchte ich nicht verfehlen, Herrn Professor Dr. v. Wasielewski für die Ueberlassung des Themas und die Erstattung des Korreferates und Herrn Professor Dr. Winkler für die freundliche Unterstützung und Beratung bei Abfassung der Arbeit sowie die Erstattung des Referates meinen verbindlichsten Dank zu sagen.

Literatur.

Abel: Medizinsk Revue VIII. 1897.

Arloing: Comptes rendus de l'Acad. des scienc. 1885 tome 100, 101.

d'Arsonval und Charrin: Arch. de phys. norm. et path. Série 5. Bd. 6, S. 335.

Backmann: Finska läkaresällskapets handlinger. I. Bd. XL. Nr. 5. Mai. 1898. S. 486.

Bang: Mitt. Finsens med. Lysinst. H. 2, S. 1. 1901.

Bardeleben: zitiert nach Cramer und Fechner. Klin. Wschrft. 1930, Nr. 52.

Barlow: Lancet. 1871. I. S. 151.

Benckert: zitiert nach Finsen „Ueber die Bedeutung der chem. Strahlen des Lichtes für Medizin und Biologie. Leipzig 1899.

Bie 1900 (1): Finsens Phototherapie. Therapeut. Monatshefte. Januar 1900.

Bie 1900 (2): Mitt. aus Finsens med. Lysinst. Heft 1.

Bie 1905 (1): Die Anwendung des Lichtes in der Medizin. Wiesbaden.

Bie 1905 (2): Mitt. aus Finsens med. Lysinst. H. 9.

Billings u. Peekham: Centrbl. f. Bakt. Bd. 19, 1895, S. 244.

Black: Lancet. 1867, I. S. 792.

Blunt und Downs: Proced. of the Roy. Soc. of London. Bd. 26. 1877.

Brown und Howard: J. of exper. Med. 48,31. 57. 1928

Buchner: Arch. f. Hyg. Bd. 17. 1893. S. 179,

Buchner: Centrbl. f. Bakt. 1892. Bd. 11 und 12.

Busck: Mitt. aus Finsens med. Lysinst. H. 4. 1903.

Capitanowitz: zitiert nach Finsen „Ueber die Bedeutung der chem. Strahlen des Lichtes für Medizin und Biologie. Leipzig 1899.

Charrin u. d'Arsonval: Arch. de phys. norm. et path. 1894. Série 5. Bd. 6. S. 335.

Chmelewsky: Centrbl. f. Bakt. Bd. 12. 1892, S. 174.

Cramer u. Fechner: Klin. Wchschr. Nr. 52, 1930.

Courtier, Philibert u. Risler: Comptes rendus. 1928.

17. S. 1152.
Dieudonné: Aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt. Bd. 9. 1894. S. 405.
Downs u. Blunt: 1877. Proced. of the Roy. Soc. of London. Bd. 26.
Downs u. Blunt: 1878: Proced. of the Roy. Soc. of London. Bd. 28.
Dreyer u. Finsen: 1903. Mitt. aus Finsens med. Lysinst. H. 3.
Dreyer: 1910. Münch. med. Wchschr. Nr. 31. S. 1642,
Eckstein: Arch. f. Kinderh. Bd. 73 H. 1. S. 1—28,
Fechner u. Cramer: Klin. Wchschr. 1930. Nr. 52.
Feilberg: zitiert nach Finsen „Ueber die Bedeutung der chem. Strahlen des Lichtes für Medizin und Biologie. Leipzig. 1899".
Finsen, 1899: Ueber die Bedeutung der chem. Strahlen des Lichtes für Medizin und Biologie. Leipzig.
Finsen, 1900: Mitt. aus Finsens med. Lysinst. H. 1.
Finsen, 1903 u. Dreyer: Mitt. aus Finsens med. Lysinst. H. 3.
Finsen: zitiert nach Bie. 1905. „Die Anwendung des Lichtes in der Medizin." Wiesbaden.
Finsen: Zitiert nach Goldmann. Wiener med. Wchschrft. 1906. Nr. 31.
Flammarion: zitiert nach Gebhardt, „Die Heilkraft des Lichtes". Leipzig. 1898.
Friedberger u. Yamamoto: Berl. klin. Wchschrft. 1909. Nr. 30. S. 1399.
Friedemann: im Handbuch der Pockenbekämpfung und Impfung. Herausgeg. von Lentz u. Gins. Berlin 1927.
Friedland: Zbl. f. Bakt. Orig. 95. 404. 1925.
Freund: Grundriß der gesamten Radiotherapie. 1903.
Fubini: Influenca della luce sulla respiratione del tessuto nervoso. Arch. di Bizzozero. 1879. Vol. 3.
Geissler: Zbl. f. Bakt. 1892. Bd .11. S. 161,
Goldmann: Wiener med. Wchschr. Nr. 31. 1906.
Hausmann: Grundzüge der Lichtbiologie. VIII. Sonderband der Strahlentherapie. 1923. S. 206.
Hertel: Z. f. allg. Physiologie. 4,1. 1904.
Howard u. Brown: J. of exper. Med. 48,31. 57. 1928.
Janowski: Zbl. f. Bakt. Bd. 8. 1890. S. 167,
Jesionek: Lichtbiologie. Aus der Reihe „Die Wissenschaft" H. 32, Braunschweig. 1910.

Juhel-Rénoy. Semaine medicale. 1893. S. 557.
Kahn: Korrespondenzblatt f. Schweizer Aerzte. 34 Jahrgang. Nr. 7.
Klein: Bot. Z. 1885. 43.
Kotljar: Zbl. f. Bakt. 1892. Bd. 12. S. 836,
Krebs: Mitt. aus Finsens med. Lysinst. H. 3. 1903. S. 113,
Krohn: Hospitalstidende. 3. X. 1894.
Kruse: Ztschrft. f. Hyg. 1895. Bd .19. S. 322,
Küstner: Z. f. Gyn. Nr. 41. 1931. S. 2990,
Lassabatie: zitiert nach Finsen, „Ueber die Bedeutung der chem. Strahlen des Lichtes für Medizin und Biologie. Leipzig 1899".
Ledoud-Lebard: Arch. de Médec. exp. et d'Anat. path. Série I. tome 5. S. 779. 1893.
Ledoud-Lebard: Rev. des malad. de l'enfance. 1894. tome 12. S. 66.
Lenkai: Ztschr. f. phys. u. diät. Therapie. 1907. Bd, 8, 10,
Lindholm: Hospitalstidende. 6. IX. 1893.
van der Lingen: Zbl. f. Hyg. 101. 437. 1924.
Ludwig u. Ries: Z. f. Gyn. 1931. Nr. 41. S. 2990.
Lübbert: Ztschrft. f. Hyg. Bd. 6. 1889. S. 327.
Mayerhofer: Z. f. Kinderheilkunde. 13. 1916. S. 377.
Medizinalstatistische Mitteilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt. Bd. 5. H. 2. S. 94.
Miramond de Laroquet: Ann. de l'Instit. Pasteur. I. 32. 1918.
Moir: Lancet. 29. IX. 1894. S. 739.
Moleschott, 1855: Wiener med. Wchschrft. Nr .43.
Moleschott, 1879: Licht und Leben. 3. Aufl. Gießen.
Moleschott und Fubini, 1881: Moleschotts Untersuchungen zur Naturlehre. Bd. 12.
Moleschott: Annales des sciences naturelles. Zoologie. Sér. 4. tome 4.
Moore: Dublin Journal of medical science. XII. 1894.
Müller: Münch. med. Wchschr. 1917. S. 348.
Mygind: Private Mitteilung an Finsen.
Oerum: Ueber die Einwirkung des Lichtes auf das Blut. Pflügers Archiv. 1906. Bd. 114.
Oettingerr: La semaine medicale. 1894. S. 257.
Peekham u. Billings: Zbl. f. Bakt. 1895. Bd. 19. S, 244.
Péronnet: Thèse. Paris. 1897.
Petersen: zitiert nach Finsen, „Ueber die Bedeutung der chem. Strahlen des Lichtes für Medizin und Biologie". Leipzig. 1899.

Philibert u. Risler, 1926: Comptes rendus. 183. S. 1137.
Philibert u. Risler u. Courtier, 1928: Comptes rendus. 17. S. 1152.
Picton, 1832: Arch. gén. de med. XXX. S. 406.
Picton: zitiert nach Goldmann. Wiener med. Wchschrft. Nr. 31. 1906.
Pincussen: Photobiologie. Leipzig 1930.
Pirry: zitiert nach Goldmann. Wiener med. Wchschrft. Nr. 31. 1906.
Quincke: Ueber den Einfluß des Lichtes auf den Tierkörper. Pflügers Archiv. 1894. Bd. 57.
Raspe: Diss. Schwerin. 1891.
Reinhard u. Stenström: Acta radiologica. 5,553. 1926.
Reyn: zitiert nach Cramer und Fechner. Klin. Wchschr. 1930. Nr. 52.
von Ries: Wiener klin. Wchschrft. 1922. Nr. 33. S. 702.
Ries u. Ludwig: Z. f. Gyn. 1931. Nr. 41. S. 2990.
Risler u. Philibert, 1926: Comptes rendus. 183. S. 1137.
Risler, Philibert u. Courtier, 1928: Comptes rendus. 17. S. 1152.
Santori: Bulletino de Acad. med. di Roma Bd. 16. 1889 bis 1890.
v. Schubert: Dtsch. med. Wchschr. 58. Jahrg. Nr. 8. S. 311
Sonne, 1924: Strahlentherapie. 16. 104.
Sonn, 1926: Strahlentherapie. 21. 148.
Stenström u. Reinhard: Acta radiologica. 5,553. 1926,
Strandgaard: zitiert nach Finsen, „Ueber die Bedeutung der chem. Strahlen des Lichtes für Medizin und Biologie". Leipzig. 1899.
Swendson: Medicinsk Revue. X. 1893.
Thiele u. Wolf, 1906: Arch. f. Hyg. Bd. 57. S. 29.
Thiele u. Wolf, 1907: Arch. f. Hyg. Bd. 60.
Veiel: Ueber einen Fall von Ekzema solare. Vierteljahrsschrift für Derm. und Syph. 1887. Bd. 19.
Vogt: Klin. Monatsblätter f. Augenheilk. Bd. 85. S. 321.
Marschall Ward: Proced. of the Roy Soc. of London. Bd. 52—56. 1893/94.
Waters: Lancet. 1871. II. S. 9.
Wiesner: Arch. f. Hyg. Bd. 61. 1907.
Winternitz: Blätter für klin. Hydrotherapie. 1900. 7 u. 8.
Wolf u. Thiele, 1906: Arch. f. Hyg. Bd. 57. S. 29
Wolf u. Thiele, 1907: Arch. f. Hyg. Bd. 60.
Yamamoto u. Friedberger: Berl. klin. Wchschrft. 1909. Nr. 30. S. 1399.

Lebenslauf.

Als Sohn des Dr. med. Friedrich Hey und seiner Frau Clara geb. Hagemeister wurde ich am 7. Oktober 1907 in Wismar (Ostsee) geboren. Nach dreijährigem Besuch der „Bürgerschule" in Bückeburg wurde ich Ostern 1917 in die Sexta des staatlichen Gymnasiums „Adolfinum" zu Bückeburg aufgenommen. Im Herbst 1926 verließ ich die Anstalt, um auf das staatliche Gymnasium in Rinteln (Weser) überzugehen, wo ich Ostern 1928 die Reifeprüfung bestand. Darauf widmete ich mich dem Studium der Medizin an der Universität in Rostock und bestand dort nach 5 Semestern das Physikum. In den beiden ersten klinischen Semestern studierte ich in Heidelberg und Freiburg und kehrte dann nach Rostock zurück, wo ich während der letzten vier Semester dem medizinischen Studium oblag.